

(11)Publication number : 05-335454  
(43)Date of publication of application : 17.12.1993

(51)Int.Cl.

H01L 23/473

(21)Application number : 05-021552

(71)Applicant : FUJI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 10.02.1993

(72)Inventor : AZUMA IZUMI

(30)Priority

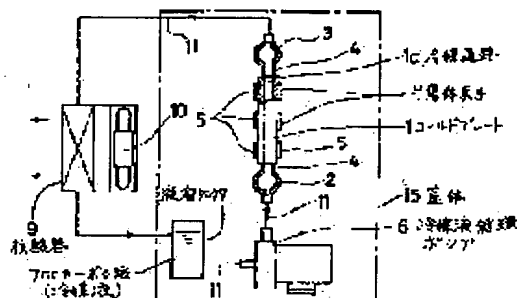
Priority number : 04 81192      Priority date : 03.04.1992      Priority country : JP

## (54) COOLER FOR ELECTRONIC APPARATUS

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a cooler for an electronic apparatus in which a semiconductor element having a large surface heat generating density can be effectively cooled by an economical design.

**CONSTITUTION:** A cooler comprises a cold plate 1 simultaneously placing a plurality of semiconductor elements by so bringing the elements 5 of heat generating components into thermally surface contact, and a refrigerant circulating circuit for circulating fluorocarbon liquid as refrigerant liquid among a heat sink 9, a refrigerant liquid circulating pump 6 and a refrigerant liquid reservoir 7 through a refrigerant liquid passage 1a opened at the plate. The passage 1a is so provided as to pass under opposed surfaces of the elements to match an array of the elements placed on the plate.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 23.06.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's withdrawal decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application] 14.09.2000

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-335454

(43)公開日 平成5年(1993)12月17日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

H01L 23/473

H01L 23/46

Z

審査請求 未請求 請求項の数6(全6頁)

(21)出願番号 特願平5-21552

(22)出願日 平成5年(1993)2月10日

(31)優先権主張番号 特願平4-81192

(32)優先日 平4(1992)4月3日

(33)優先権主張国 日本(JP)

(71)出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72)発明者 東 泉

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

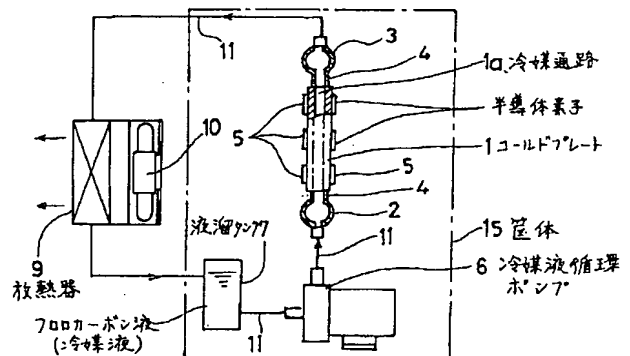
(74)代理人 弁理士 山口 巖

(54)【発明の名称】 電子機器の冷却装置

(57)【要約】

【目的】経済的な設計で表面発熱密度の大きな半導体素子を効果的に冷却できるようにした電子機器の冷却装置を提供する。

【構成】発熱部品である半導体素子5を伝熱的に面接触させて複数の半導体素子を一括搭載したコールドプレート1と、該コールドプレートに穿った冷媒液通路1aを經由して放熱器9、冷媒液循環ポンプ6、冷媒液液溜タンク7との間で冷媒液としてのフロロカーボン液8を循環させる冷媒液循環回路とから冷却装置を構成し、かつ前記冷媒液通路はコールドプレートに搭載した半導体素子の配列に合わせて各半導体素子との対向面域の下を通るように設ける。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】発熱部品である半導体素子を装備した電子機器の冷却装置であって、個々の半導体素子と伝熱的に面接触させて複数の半導体素子を一括搭載したコールドプレートと、該コールドプレートに穿った冷媒液通路を経由して放熱器、冷媒液循環ポンプ、冷媒液液溜タンクとの間で冷媒液を循環させる冷媒液循環回路とからなり、かつ前記冷媒液通路を、コールドプレートに搭載した半導体素子の配列に合わせて各半導体素子との対向面域の下を通るように振り分けて設けたことを特徴とする電子機器の冷却装置。

【請求項2】請求項1記載の冷却装置において、冷媒液がフッロカーボンであることを特徴とする電子機器の冷却装置。

【請求項3】請求項1記載の冷却装置において、コールドプレートに搭載した各個の半導体素子と対応する冷媒液通路を、複数の分流路に分けて半導体素子との対向面域に配列するとともに、その分流路の一つを半導体素子の中心部に対向位置させたことを特徴とする電子機器の冷却装置。

【請求項4】請求項1、または3記載の冷却装置において、冷媒液通路の壁面に凹凸面を形成したことを特徴とする電子機器の冷却装置。

【請求項5】請求項1記載の冷却装置において、コールドプレートが半導体素子のパッケージを兼ねた高熱伝導性のセラミック板であることを特徴とする電子機器の冷却装置。

【請求項6】請求項1記載の冷却装置において、コールドプレートと並列もしくは直列に、冷媒液循環回路を通流する冷媒液を冷熱源として筐体内に組み込んだ他の電子デバイスを送風冷却する空冷式熱交換器を接続したことを特徴とする電子機器の冷却装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、大型電算機、パワー用電子デバイスなどを対象に、発熱量の大きな半導体素子（IC、LSI、サイリスタ、IGBTなど）を装備した電子機器の冷却装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】昨今では、ICやLSIなどの半導体素子はますます小形化、高集積密度化が進んでおり、チップの単位体積当たりの発熱量、したがってチップの表面発熱密度もますます増大する傾向にある。例えばICやLSIチップでの表面発熱密度は、以前では最高でも3W/cm<sup>2</sup>程度であったものが、最近では高集積密度化の進展により10W/cm<sup>2</sup>を超えるまでに到っている。そこで、このような表面発熱密度の高い半導体素子を搭載した電子機器に対して、半導体素子の温度（ジャンクション温度）を許容温度以内に抑えるためには、電子機器全体の小型化に相応した小形で冷却性能の高い冷却装置

が必要となる。

【0003】一方、IC、LSIなどの半導体素子の冷却方式として、従来より自然対流による空冷、あるいは強制空冷方式、半導体素子に組合わせたヒートシンクに直接冷却水を流して除熱する水冷方式、さらに低沸点の非導電性冷媒液の中に半導体素子を直接浸漬する沸騰冷却方式、あるいはヒートパイプを採用した冷却方式など、各種冷却方式が実用に供されている。

【0004】図7は前記冷却方式の一例として、冷媒液を冷熱源として筐体内に組み込んだ電子機器を送風冷却する強制空冷方式の冷却装置を示すものである。すなわち、筐体15の内部には半導体素子などを含む電子機器12とともに、冷媒液を貯溜する液溜タンク7、冷媒液循環ポンプ6、冷媒液を冷熱源として筐体内部の空気を冷媒液するファン14付きの空冷熱交換器13が併設されており、さらに筐体15の外にはファン10と組合わせた放熱器9を設けて前記ポンプ6液溜タンク7、熱交換器13との間を送液配管11により直列に接続して冷媒液循環回路を構成している。

【0005】かかる冷却装置において、空冷熱交換器13と放熱器9との間で冷媒液8を循環送流することにより、空冷熱交換器13で冷媒液8と筐体内部の空気とが熱交換し、ここで冷却された空気がファン14により電子機器12に送風されて電子機器12に組み込まれた半導体素子などを強制冷却する。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、先記のように表面発熱密度が10W/cm<sup>2</sup>を超えるような高集積密度の半導体素子を対象とした場合に、従来方式による各種の冷却装置のままでは実用面での対応が困難であり、特に図7の冷却装置では半導体素子の発熱を周囲の空気を介して空冷熱交換器に伝熱するため、前述のように高度に集積化されたICやLSI等のように表面発熱密度大きい半導体素子とその許容温度以下に効率よく冷却することが困難であり、電子機器本体に比べて冷却装置が大型化するなどの問題が残る。

【0007】本発明は上記の点にかんがみなされたものであり、その目的は前記課題を解決し、経済的な設計で表面発熱密度の大きな半導体素子を効果的に冷却できるようにした電子機器の冷却装置を提供することにある。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の冷却装置は、個々の半導体素子と伝熱的に面接触させて複数の半導体素子を一括搭載したコールドプレートと、該コールドプレートに穿った冷媒液通路を経由して放熱器、冷媒液循環ポンプ、冷媒液液溜タンクとの間で冷媒液を循環させる冷媒液循環回路とからなり、かつ前記冷媒液通路を、コールドプレートに搭載した半導体素子の配列に合わせて各半導体素子との対向面域の下を通るように振り分けて構成するものとする。

【0009】また、前記の冷却装置は、具体的に次記のように構成して実施することができる。

(1) 冷媒液としてフロロカーボンを採用する。

(2) コールドプレートに搭載した各個の半導体素子と対応する冷媒液通路を、複数の分流路に分けて半導体素子との対向面域に配列するとともに、その分流路の一つを半導体素子の中心部に対向位置させる。

【0010】(3) コールドプレートに設けた冷媒液通路の内壁面に凹凸面を形成する。

(4) コールドプレートを半導体素子のパッケージを兼ねた高熱伝導性のセラミック板で構成する。

(5) コールドプレートと並列もしくは直列に、冷媒液循環回路を通流する冷媒液を冷熱源として筐体内に組み込んだ他の電子デバイスを送風冷却する空冷式熱交換器を接続する。

【0011】

【作用】上記の構成によれば、コールドプレートの内部に設けた冷媒液通路を、コールドプレート上に搭載した半導体素子の配列に合わせて各半導体素子との対向面域の下を通るように形成したことにより、この冷媒液通路と半導体素子との間の伝熱距離が最短距離となり、それだけ冷媒液通路を流れる冷媒液との間の伝熱抵抗が小さくなる。また、半導体素子での発熱分布はチップの中心部が周辺部に比べて高くなることから、この熱分布に合わせて前記の冷媒液通路を複数、例えば3本の分流路に分け、さらにその分流路の一つを半導体素子の中心部に対向位置させたことにより、コールドプレートと冷媒液通路を流れる冷媒液と間の伝熱面積増加と併せて半導体素子の発熱が効果的に冷媒液へ熱移動し、これにより高い熱通過率が達成される。さらに、前記構成に加えて冷媒液通路の内壁面に例えば雌ねじのような凹凸面を形成することにより、冷媒液の乱流効果が加わって熱移動がより一層高まる。

【0012】一方、コールドプレートの材質として、窒化アルミニウム、炭化珪素などの高熱伝導性セラミックス板を採用して半導体素子のパッケージを兼ねたコールドプレートを用い、このコールドプレートをベース板としてその上に半導体素子のチップを直接マウントして半導体素子のパッケージを構成することにより、チップとコールドプレート間の伝熱抵抗がさらに低減して冷媒液との間の熱通過率がより一層向上するほか、組立構造も大幅に簡略化され、かつ冷媒液の種類を問わずコールドプレートの腐蝕のおそれもない。

【0013】また、半導体素子を搭載した前記のコールドプレートと並列もしくは直列に、循環冷媒液を冷熱源として電子機器の筐体内部の空気を冷却する空冷式熱交換器を接続することにより、LSIなどの半導体素子と一緒に筐体内部に組み込んだバックボード（制御回路を搭載したプリント配線板）などの発熱量が比較的小さい電子デバイスを、同じ冷熱源を利用して同時に強制空冷

することができる。

【0014】

【実施例】以下本発明の実施例を図面に基づいて説明する。まず、図1、図2は本発明の各実施例に対応する冷却装置の系統図を示すものであり、図において、1はコールドプレート、1aはコールドプレート1の内部に穿孔したトンネル状の冷媒液通路、2、3はコールドプレート1に入口、出口側に接続管4を介して接続したヘッダ、5はLSIなどの発熱量の大きな半導体素子、6は冷媒液循環ポンプ、7は冷媒液の液溜タンク、8は冷媒液として採用したフロロカーボン液、9は空冷式熱交換器としてなる放熱器、10は放熱器の送風ファン、11は冷媒液循環回路の送液配管、12は前記半導体素子5とともに電子機器の筐体内に組み込まれたバックボードなどの比較的发熱量の少ない電子デバイス、13は電子機器の筐体内部に配備した空冷熱交換器、14は空冷熱交換器13に付設した送風ファン、15は電子機器の筐体を表している。

【0015】実施例1：図1において、コールドプレート1は金属板で作られており、高集積密度化したLSIなどの発熱量の大きな半導体素子5は、コールドプレート1の板面上に面接触させて搭載されており、かつ該コールドプレート1は冷媒液循環ポンプ6、フロロカーボン液8を貯留した液溜タンク7、放熱器8との間を送液配管11により相互接続して冷媒液循環回路を構成している。なお、液溜タンク7はフロロカーボン液8の温度変化による膨張、収縮を吸収するダンパー、およびポンプへ6の吸い込み安定化の役目を果たす。また、フロロカーボン液8としては、例えば $C_5F_{12}$ （大気圧での沸点30℃）、 $C_6F_{14}$ （沸点56℃）、 $C_8F_{16}O$ （沸点101℃）などが採用できる。

【0016】ここで、コールドプレート1は伝熱性の高い金属板で作られており、図3で示すように複数個の半導体素子5が基盤目状に配列してコールドプレート1の片面、ないしは両側面に搭載されている。また、コールドプレート1の内部に穿孔した冷媒液通路1aは、コールドプレート上に搭載した半導体素子5の配列に合わせて各個の半導体素子5の下を通るように複数列に分散して形成されており、各列の冷媒液通路1aはヘッダー2と3との間に並列に接続配管されている。

【0017】かかる構成で、電子機器の稼働時に冷媒液循環ポンプ6、送風ファン10を運転すると、冷媒液であるフロロカーボン液8がコールドプレート1と放熱器9との間を循環送流する。そして、コールドプレート1の冷媒液通路1aを流れる過程で半導体素子5からコールドプレート1に伝熱した熱を奪って放熱器9へ熱搬送し、ここで系外に放熱して温度が下がった後に再びコールドプレート1に還流するサイクルを繰り返す。しかも、コールドプレート1の冷媒液通路1aは、前記のようにコールドプレート上に搭載した半導体素子5の配列

に沿ってその下を通るように形成されているので、半導体素子5との間の伝熱距離、したがって伝熱抵抗が小さく、さらに冷媒液に低沸点のフロロカーボン液8を採用して強制通流するようにしたので核沸騰の作用も加わり、これにより半導体素子5の発生熱は冷媒液通路1aを流れるフロロカーボン液8へ効率よく熱移動して系外に除熱される。

【0018】次に、前記した実施例1の応用実施例を図4、図5、図6に示す。まず、図4の構成では、コールドプレート1に穿孔した冷媒液通路1aの穴に沿って壁面が凹凸面を呈するような凹凸溝16が形成されている。かかる構成により、コールドプレート1と冷媒液通路1aを流れる冷媒液との間の伝熱面積の増大とともに、冷媒液流の乱流効果も加わって伝熱性能が向上する。

【0019】一方、図5の構成では、コールドプレート1の両面に搭載した半導体素子5が加圧ばね17、押え板18を介して締結ボルト19によりコールドプレート1の板面に押圧支持されている。また、コールドプレート1の冷媒液通路1aは、半導体素子5の各個片ごとに半導体素子のパッケージに対向して左右、中央に並ぶ合計3本に分流路1b～1dに分けて形成されており、このうち中央に並ぶ分流路1cは半導体素子5の発熱分布で表面発熱密度が最も高い素子の中心部に対向するよう位置決めされている。かかる構成により、冷媒液通路の伝熱面積（3本の分流路1b～1dの表面積の合計）が増加することに加え、半導体素子5の発熱分布で表面発熱密度が最も高い中心部から冷媒液通路までの伝熱距離が最短距離となるので、これにより半導体素子5と分岐通路1b～1dを流れる冷媒液との間の伝熱抵抗が小さくなって効果的な除熱が達成される。

【0020】図6は、前記の実施例をさらに発展させた応用実施例を示すものである。この実施例は、前記した各実施例における金属製のコールドプレート1の代わりに、高伝熱性のセラミックを素材としたセラミック製のコールドプレート20を採用し、かつこのコールドプレート20の上に半導体素子5のチップを直接マウントしてパッケージを構成したものである。すなわち、コールドプレート20の上には銅ベース21を介してLSIなどのベアチップ22がマウントされており、さらにチップ22に外圍ケース23を被せた上でケースの内部に封止樹脂24を充填して半導体素子5のパッケージを構成している。なお、図中での符号20a、20b～20dはそれぞれ先記したコールドプレート1の冷媒液通路1a、分流路1b～1dに対応する冷媒液の通路、25は外部導出端子を示す。

【0021】かかる構成によれば、セラミック製のコールドプレート20自身を放熱基板としてその上に半導体素子5のチップ22を直接マウントして半導体素子のパッケージを構成したので、全体の組立構造がシンプルと

なるほか、コールドプレート20と発熱体であるチップ22との間の伝熱抵抗がさらに小さくなるので、これにより冷却性能が一段と向上する。しかもコールドプレート20はセラミック製であるので冷媒液の種類を問わず腐蝕のおそれが全くない。

【0022】実施例2：図2は本発明の請求項6に対応する別な実施例を示すものである。この実施例においては、電子機器の筐体15の内部に先記実施例1で述べた半導体素子冷却用のコールドプレート1と空冷熱交換器13が併設されており、かつ該空冷熱交換器13は冷媒液循環回路に対してコールドプレート1と並列（もしくは直列）に接続されている。この空冷熱交換器13は筐体15の内部に組み込まれた電子デバイス12を冷却するために設置されたものであり、コールドプレート1と同様冷媒液循環回路を通流するフロロカーボン液（冷媒液）8を冷熱源として筐体15の室内空気を空冷熱交換器13との熱交換により冷却し、ここで得た冷気をさらに送風ファン14により室内に送風して電子デバイス12を冷却する。

【0023】かかる構成によれば、半導体素子5の冷却系に空冷熱交換器13を僅かに追加装備するだけで、半導体素子5と電子デバイス12を同時に冷却することができる。

【0024】

【発明の効果】以上述べたように、本発明の冷却装置によれば次記の効果を奏する。

（1）請求項1の構成によれば、コールドプレートの冷媒液通路を、コールドプレートに搭載した半導体素子の配列に合わせて各半導体素子の下を通るように振り分けて形成した上で、各列の冷媒液通路に冷媒液を強制通流するようにしたので、半導体素子と冷媒液との間の伝熱抵抗を小さくして半導体素子の発熱を効率よく除熱でき、これにより表面発熱密度の大きなLSIなどの半導体素子にも小形の冷媒液装置で実用的に十分対応できる。

【0025】（2）また、低沸点のフロロカーボン液を冷媒液としての冷媒液通路に強制通流するようにしたので、核沸騰冷却作用も加わって半導体素子と冷媒液との間の熱通過率がより一層向上する。

（3）請求項3の構成によれば、コールドプレートに搭載した各個の半導体素子に対応する冷媒液通路を、複数の分流通路に分けて半導体素子との対向面域に配列するとともに、その分流通路の一つを半導体素子の発熱分布で最も表面発熱密度の高い素子の中心部に対向位置させるようにしたので、コールドプレートと冷媒液通路を流れる冷媒液と間の伝熱面積増加と併せて半導体素子の発生熱が効果的に冷媒液へ熱移動し、これにより高い熱通過率が達成される。

【0026】（4）請求項4の構成によれば、コールドプレートに設けた冷媒液通路の内壁面に凹凸面を形成し

たので、冷媒液の乱流効果が加わって半導体素子との間の熱移動がより一層高まる。

(5) 請求項5の構成によれば、コールドプレートに半導体素子が高熱伝導性をセラミック板とし、かつ該コールドプレートをベース板としてその上に半導体素子のチップを直接マウントして半導体素子のパッケージを構成したので、これによりチップとコールドプレート間の伝熱抵抗がさらに低減して冷媒液との間の熱通過率がより一層向上するほか、組立構造もシンプルとなり、かつ冷媒液の種類を問わずコールドプレートの腐蝕のおそれもないなどの利点が得られる。

【0027】(6) 請求項6の構成によれば、コールドプレートと並列もしくは直列に、冷媒液循環回路を通して冷媒液を冷熱源として筐体内に組み込んだ他の電子デバイスを送風冷却する空冷式熱交換器を接続したことにより、LSIなどの半導体素子と一緒に筐体内部に組み込んだバックボード(制御回路を搭載したプリント配線板)などの発熱量が比較的小さい電子デバイスを、同じ冷熱源を利用して同時に強制空冷することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1に対応する冷却装置の系統図

【図2】本発明の実施例2に対応する冷却装置の系統図

【図3】図1におけるコールドプレート、およびコールドプレートに搭載した半導体素子の配列を示す平面図

【図4】本発明の応用実施例によるコールドプレートの冷媒液通路の部分断面図

【図5】本発明の応用実施例による冷却装置の要部組立構造の断面図

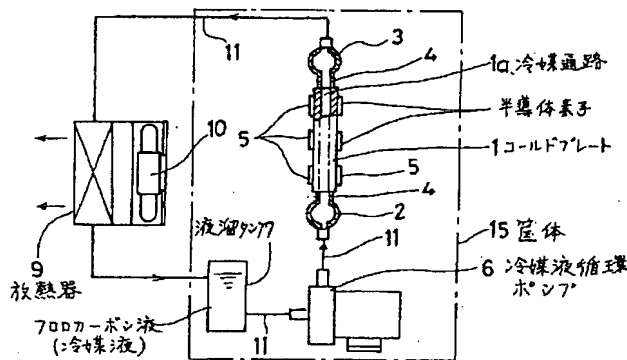
【図6】図5と異なる本発明の応用実施例による冷却装置の要部組立構造の断面図

【図7】従来における電子機器の冷却装置の系統図

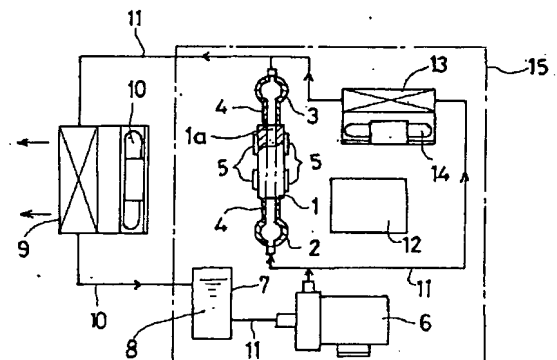
【符号の説明】

- 1 コールドプレート
- 1 a 冷媒液通路
- 1 b ~ 1 d 分流路
- 5 半導体素子
- 6 冷媒液循環ポンプ
- 7 冷媒液溜タンク
- 8 フロロカーボン液(冷媒液)
- 9 放熱器
- 11 冷媒液循環回路の送液配管
- 12 電子デバイス
- 13 空冷熱交換器
- 15 電子機器の筐体
- 16 凹凸溝
- 20 セラミック製コールドプレート
- 20 a 冷媒液通路
- 22 半導体素子のチップ

【図1】

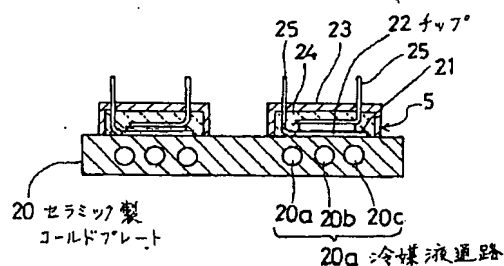
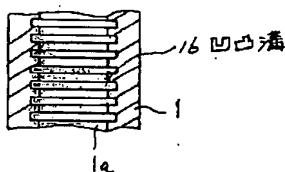


【図2】

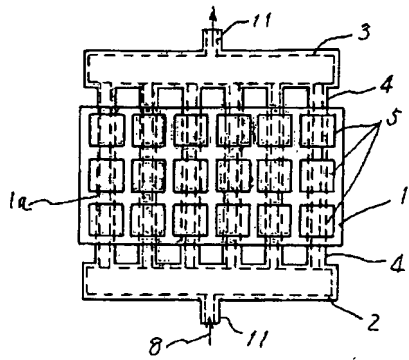


【図4】

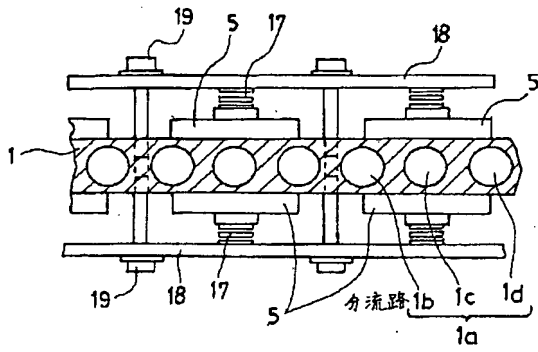
【図6】



【図 3】



【図 5】



【図 7】

